

研
究
开
发M3919b 型司机控制器摩擦力机构
问题分析及解决方案

彭宝林, 林 平, 粟 谦, 朱 进

(南车株洲电力机车有限公司 电气设备分公司, 湖南 株洲 412001)



作者简介: 彭宝林 (1985-), 男, 硕士, 现从事于轨道交通车辆电气设备的研发工作。

摘 要: 对 HXd1C 型 7 200 kW 电力机车用 M3919b 型司机控制器在生产和使用过程中牵引/制动手柄鼓轮摩擦力机构的缺陷进行研究, 分析主要基于现有的设计结构和生产操作实际情况。在已有设计基础上根据实际工作情况提出了新的设计方案。新设计方案可以提高产品生产效率, 提高机车运行稳定性。

关键词: HXd1C 型电力机车; M3919b 型司机控制器; 摩擦力机构; 新设计方案

中图分类号: U260.36

文献标识码: A

文章编号: 1000-128X(2012)02-0040-03

The Problem Analysis and Solution of M3919b
Master Controller Friction Force Mechanism

PENG Bao-lin, LIN Ping, SU Qian, ZHU Jin

(Electric Equipment Corporation, CSR Zhuzhou Electric Locomotive Co., Ltd., Zhuzhou, Hunan 412001, China)

Abstract: In this paper, flaw in the hauling/braking friction force mechanism of the M3919b master controller which applied in HXd1C 7 200 kW electric locomotive was researched, and based on existing structure and practical work situation, the new design proposal was provided to raise the product manufacturing efficiency and the locomotive movement stability.

Key words: HXd1C electric locomotive; M3919b master controller; friction force mechanism; new design proposal

0 引言

司机控制器是用来实现轨道交通牵引设备的牵引/制动、调速、换向等功能的主令控制电器。南车株洲电力机车有限公司生产的和谐型大功率交流传动电力机车主要采用 M3919 型司机控制器。M3919 系列司机控制器技术来源于德国 GESSMANN 公司, 结构采用双手柄操作方式, 控制信号采用编码器, M3919 系列司机控制器主要包括 M3919 型、M3919a 型、M3919b 型以及 M3919c 型, 主要用于 HXd1、HXd1B、HXd1C 和新哈车上, HXd1C 型 7 200 kW 电力机车采用的是 M3919b 型司机控制器。

1 M3919b 型司机控制器结构及控制原理

M3919b 型司机控制器三维模型图如图 1, 它由电钥匙、方向转换单元、牵引/制动单元、控制信号输出单元组成, 其中方向转换开关单元和牵引/制动单元是

司机控制器的核心部分, 方向转换开关单元有向前、关闭、向后 3 个位置, 每个位置之间开关的转动角度为 30° , 其中包含一个可拆卸的转换手柄, 装有 7 个 S847W2A2b 辅助联锁触头盒。牵引/制动单元位于司机控制器左侧, 用于调节机车的牵引和制动工况, 牵引/制动手柄可前后推动, 具有牵引、停止、制动 3 个区域, 牵引/制动手柄垂直时为“0”位, 向前推进入“牵引”区, 推动 55° 后到达“牵引”最大位; 向后拉进入“制动”

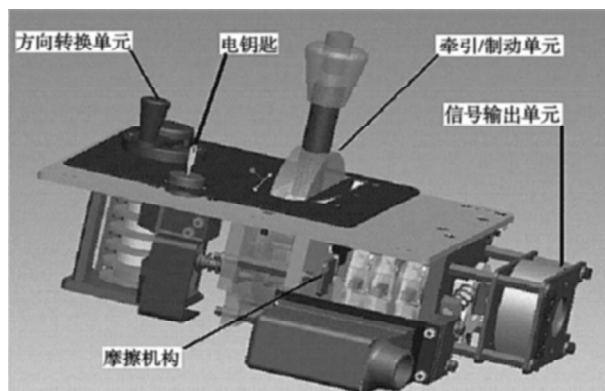


图 1 M3919b 型司机控制器三维模型图

收稿日期: 2011-07-20; 收修改稿日期: 2011-11-07

区, 拉动 55° 后到达“制动”最大位, 方向转换开关和牵引/制动相互配合共同完成对机车的控制任务。

在“牵引/制动”的小零位和最大位之间的区域, 采用的是无级调节, 即电位器根据鼓轮转过的角度输出模拟控制电压, 由于在机车运行过程中不可避免地产生振动, 如果不对鼓轮施加外力手柄鼓轮很难始终保持在设定的位置, 在现有的M3919b型司机控制器中是通过采用鼓轮摩擦力机构来实现鼓轮定位的。

2 M3919b 司机控制器摩擦力机构问题提出

对M3919b型司机控制器的生产和使用过程进行调研发现其摩擦力机构出现的问题较多, 主要表现在以下几个方面:

①生产中, 按照工艺要求摩擦力机构的组装属于总组装修序一, 标准组装时间为5 min, 但是在实际生产过程中往往耗时30~60 min, 不仅极大地占用该工序的工时而且延缓后续工序的进行。

②摩擦力机构的组装包括2个分装工序, 其中一个工序是将摩擦片粘于鼓轮侧面, 根据操作工人反映在总装和返修过程中一旦是摩擦片出现问题, 修理一台司机控制器往往会耗费2~3 h。

③从段上返修的司机控制器来看, 虽然返修部件和返修原因各种各样, 但是每次返修时摩擦力机构几乎都是作报废处理, 摩擦力机构成为返修中的必修部件。

④从段上返修的司机控制器, 一旦摩擦力机构出现问题, 由于其在司机控制器各单元所处位置和安装要求导致其返修过程相当于将司机控制器完全拆开重装, 工时耗费严重。

以上M3919b型司机控制器在生产和使用过程中存在的诸多问题表明, 其现有的设计还存在不足之处, 有需要优化改进的地方。

3 M3919b 司机控制器摩擦力机构问题的分析

M3919b 中摩擦力机构的三维模型图如图2。对M3919b型司机控制器生产和返修中存在的问题的分析主要是基于现有的设计结构和生产操作实际情况进行的。

①在尼龙片分装工序中, 将尼龙摩擦垫装在摩擦垫座上的工序需要保证尼龙片接触面是平整的, 因为在使用过程中主要是依赖尼龙片与鼓轮上的摩擦片产生摩擦力来进行鼓轮定位和增强鼓轮手柄的操作手感, 尼龙片不平整很容易导致摩擦力不均匀, 但在生产中保持尼龙片平整对工人的经验依赖性较大。

②在鼓轮分装工序中包括摩擦片的粘贴, 将一定厚度的摩擦片使用胶水按照对应位置粘贴于鼓轮侧面, 虽然操作简单, 但是胶水用量以及粘贴的平整度完全由工人凭经验掌握。

③在摩擦力机构总装过程中, 将弹簧装于摩擦垫

座之中, 根据经验确定是否加装平垫以及加装平垫的个数, 将弹簧盖板通过十字螺钉紧固在侧板上, 在弹簧力的作用下尼龙摩擦片顶在鼓轮摩擦片上形成摩擦力, 然后扳动鼓轮手柄并用测力计测量扭力大小, 如果扭力在3~5 N则合格, 如果不合格则要拆开重新装配。

摩擦力机构不合格的情况有几种可能: ①摩擦力过大或过小; ②摩擦力不均匀; ③尼龙片和摩擦片接触不平整。无论是哪种不合格情况都要将已装好的弹簧盖板拆下, 重新处理尼龙片的平整度和调整所加弹簧末端的平垫数量然后重新装配测量, 由于在分装和总装的每一个环节, 器件的标准程度以及工人的操作经验对产品是否合格都有重要影响, 所以装配一次性成功率很低, 往往需要经过多次反复装配、测试才能达到要求, 十分费时费力, 且导致生产效率低下。

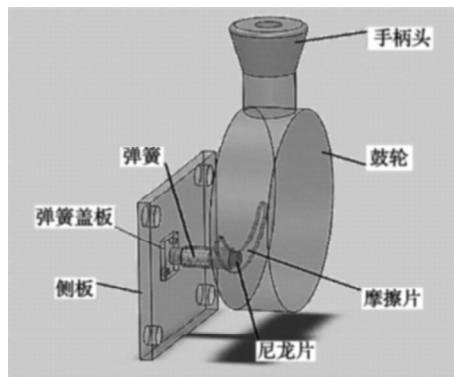


图2 M3919b 司机控制器中摩擦力机构三维模型图

4 解决方案

通过对摩擦力机构中存在问题的分析, 可知关键在于解决弹簧对尼龙垫座的弹力以及尼龙垫片与摩擦片之间接触情况的问题, 按照现有的设计, 这种问题的解决过度依赖于工人的操作经验, 而且即使装配时测试合格, 随着司机控制器的使用、尼龙垫磨损的加剧以及弹簧疲劳都会导致摩擦力机构失效。抛开工艺要求、人为因素的影响, 从设计理念来看, 问题的根源在于现有的设计是通过欠标准化的操作方式来生产有精度要求标准化的产品, 用静态的方式来处理动态的问题, 所以已有问题难以解决。

4.1 新方案的提出

为了解决生产和使用中实际存在的问题, 本文提出2种新的设计方案:

①第一种方案是在现有设计的基础上, 以提高生产和返修效率为目的, 这种方案是将弹簧盖板换成紧定螺钉(在不改变弹簧长度下, 需要在侧板一侧加上柱状螺纹孔; 在侧板外形不变时, 重新设计弹簧原始长度, 保证弹力与已有设计等效), 这样只需要通过调整螺钉在侧板上的旋入量就能够调节弹簧压力。

②第二种方案完全不同于现有设计, 是用动态的

思想来解决动态的问题,通过在摩擦力机构使用过程中人为实时调整弹簧压力的方式实现摩擦力的调整,以提高运行稳定性为目的。

本文着重介绍第二种新改进方案,其设计思想来源于M3919a司机控制器(9 600 kW机车所用)中速度设定单元与M3919b中鼓轮摩擦机构的结合。在M3919a型司机控制器上相对于M3919b型增加了一个速度设定单元,工作原理是通过鼓轮转动一定角度实现速度的有级设定并且在每级速度上都有自锁功能,这种自锁功能的实现主要是通过鼓轮手柄头旋转带动鼓轮底部速度设定杆的伸缩来实现。当手柄头处于常态时,底部速度设定杆处于最低位置卡在速度片上,当需要调整速度设定时,则将手柄头逆时针旋转一定角度,在内部弹簧机构的作用下可将手柄头的转动转化为速度设定杆的旋转方向上的向上运动从而解除自锁,使得鼓轮可以扳动来设定新的速度。在M3919b型司机控制器中,鼓轮手柄头是固定在鼓轮上,没有控制功能,本文借鉴M3919a型司机控制器中的设计思想,在M3919b型司机控制器中增加鼓轮手柄头的旋转功能,通过旋转手柄头达到调整尼龙垫弹簧位移的目的。M3919b上鼓轮摩擦力机构摩擦力的大小在一个范围内,在此方案中可以将摩擦力设计成在常态下处于最大值,在工作中可以通过旋转手柄头调整摩擦力,当手柄头处于最大旋转量时,摩擦力则处于最小值。M3919a型司机控制器速度设定机构如图3, M3919a速度设定单元与M3919b司机控制器手柄头如图4。

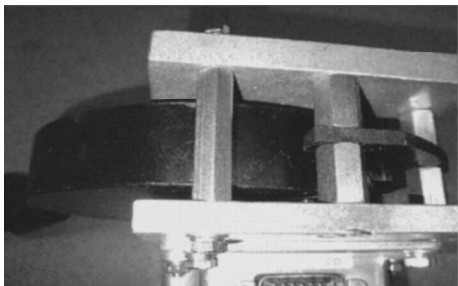


图3 M3919a型司机控制器速度设定机构

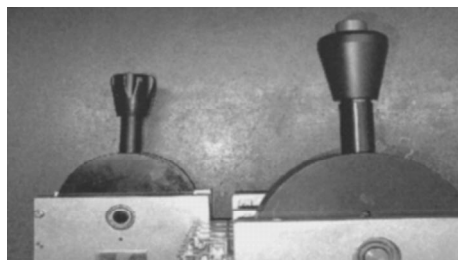


图4 M3919a速度设定单元与M3919b司机控制器手柄头

4.2 新方案的工程化实现

对于第二种新方案本文提供3种工程化方法:

①第一种工程化方法借鉴M3919a型司机控制器中速度设定单元的设计,将手柄头的旋转位移转化为相同方向的弹簧直线位移,将下部速度设定杆换成尼龙

垫、垫座及弹簧机构,有级速度设定片换成弧形摩擦片,使尼龙片与弧形摩擦片始终保持接触,在常态下弹簧处于位移最大即弹力最大状态。

②第二种工程化方法完全不同于现有设计,是将摩擦力机构设计在鼓轮上,而摩擦片设计在侧板上,在摩擦力机构中将手柄头的旋转位移转化为与之垂直方向上的弹簧直线位移。图5为新摩擦力机构示意图,在图中当司机控制器手柄头转动,带动鼓轮中的涡轮蜗杆机构运动,在涡轮上有螺纹杆固定,螺纹杆和螺纹套相配合,当螺纹杆随涡轮旋转时,螺纹套在轴向的旋进量发生改变使得弹簧的压缩量发生改变,从而改变尼龙片的摩擦力。由于涡轮蜗杆机构具有自锁性,所以一旦摩擦力设置合适,松开手柄头,摩擦力机构便会自动锁定。

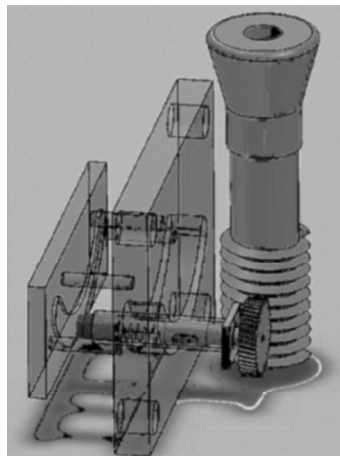


图5 方案二工程化方法二示意图

③第三种工程化方法类似于第二种,只是将涡轮蜗杆和螺纹杆螺纹套机构用齿轮齿条机构代替,结构相对简单,转动手柄头,齿条在手柄杆齿轮啮合下作沿弹簧位移方向的直线运动改变弹簧压缩量,从而改变尼龙片摩擦力,图6为其示意图,由于在常态下摩擦机构中的弹簧处于压缩量最大状态,所以此机构中在操作手柄上还需要加上复位弹簧以保证在定位结束后手柄回弹。

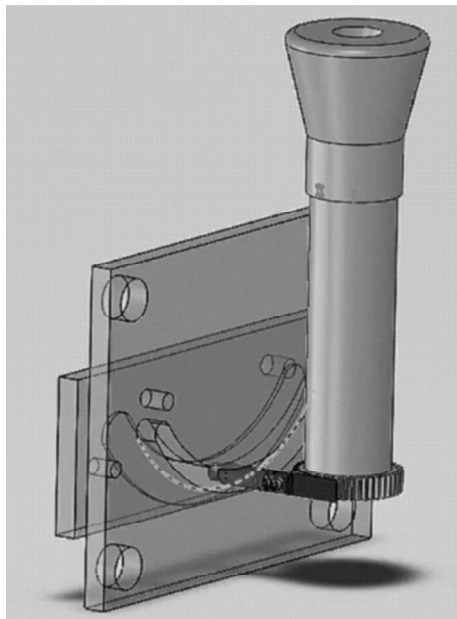


图6 方案二工程化方法三示意图

5 结语

和谐型大功率交流传动7 200 kW电力机车将逐渐成为我国铁路运输中的重要车型,司机控制器作为其主令控制部分作用尤其重要,任何一点(下转第45页)

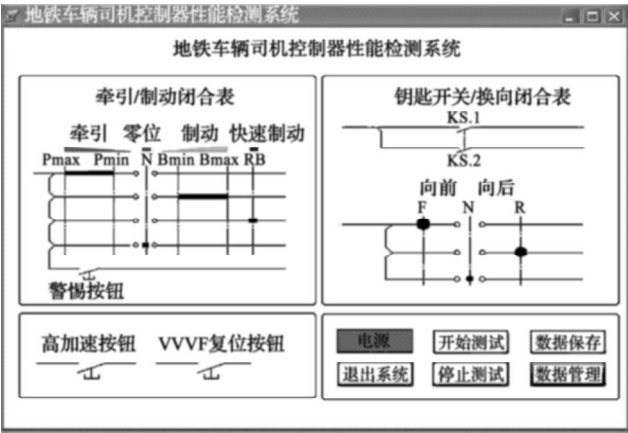


图 4 测试系统主界面

4 测试过程及方法

根据检测系统使用方法以及司机操作司机控制器的步骤，首先打开软件系统测试主界面，点击“电源”按钮给被试司机控制器提供检测电源。插入司机钥匙并打到运行位，此时方向手柄与主控制器手柄均处零位，观察软件界面中钥匙开关（KS.1 和 KS.2）是否显示闭合状态。

做牵引测试时，将方向手柄打到向前或向后位置，手握主控制器手柄并按压警惕按钮，向牵引方向缓慢推动，观察测试界面牵引/制动闭合表以及换向闭合表牵引状态条显示情况（根据牵引力大小彩色状态条长短变化），并查看表中警惕按钮开关是否显示闭合状态。

做制动测试时，将方向手柄打到向前或向后位置，手握主控制器手柄并按压警惕按钮，向制动方向缓慢拉动，观察闭合表中制动状态条显示情况（根据制动力大小彩色状态条长短变化）。

快速制动测试时，将主控制器手柄直接拉到最后端，即快速制动位置，查看闭合表中紧急制动状态条显示情况。

在牵引或制动测试过程中，松开警惕按钮后，查看闭合表中警惕按钮开关是否显示断开状态。

分别按下高加速按钮和 VVVF 复位按钮，查看测试界面中此 2 个开关是否显示闭合状态^[5]。

测试过程中，通过点击界面中“数据保存”按钮可对各种测试结果进行保存，以便查看。

测试完毕后，软件系统控制 MP4210 采集卡继电器输出断开各测试供电电源，将主控制器手柄和方向手柄均打到零位，关闭钥匙开关并拔出。

5 结语

本文重点研究了地铁车辆司机控制器的工作原理，根据司机控制器操作的逻辑关系，设计出司机控制器性能检测装置，通过编写计算机软件程序完成司机控制器的钥匙开关、主控器、模式选择器、警惕按钮、高加速按钮以及 VVVF 复位按钮性能的测试，从而评定司机控制器是否满足使用要求，进而确保地铁车辆的安全运营。

本次开发设计的试验系统集测量、通信、显示、数据存储于一体，使用安全便捷，并已应用于现场检测。通过对地铁运营公司车辆维修过程中的司机控制器进行测试，验证了本系统硬件、软件设计合理，功能完善，满足地铁车辆司机控制器性能检测的要求。

参考文献：

[1] 唐明安. 通用型司机控制器测试装置 [J]. 机车电传动, 2006 (6): 58-60.
[2] 唐尧福. 司机控制器的故障分析与处理 [J]. 电力机车技术, 2002 (2): 39-40.
[3] 魏兴舟. 机车司机控制器电位器故障分析及改进 [J]. 机车电传动, 2005 (6): 66-67.
[4] 张伟先, 乔红云. 以单片机为核心的司机控制器检测系统 [J]. 电力机车技术, 2002 (6): 42-43.
[5] 赵晓明. SS4 改型机车 TKS 型司机控制器故障分析及改进措施 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2007 (5): 64-65.

(上接第 42 页) 小的故障都有可能导导致机车运行处于不安全状态，针对已有摩擦力机构的问题不管是在现有设计的基础上改进还是重新设计对于提高司机控制器自主知识产权含量和机车运行安全稳定性都有重要意义。在本文中根据 M3919b 型司机控制器摩擦力机构中存在的问题提出了新的设计方案并给出了具体的工程化方法，文中所提出的新设计方案的重要意义是从概念上提出以动态方式解决动态问题的理念，可供专业设计人员参考借鉴。

参考文献：

[1] IEC 60077-2, 铁路应用 机车车辆电气设备 第 2 部分：电 工器件通用规则 [S].
[2] TB/T 1391—2007, 机车司机控制器 [S].
[3] 南车株洲电力机车有限公司电气设备分公司. 电器设备分 公司产品介绍 [M]. 株洲：南车株洲电力机车有限公司电 气设备分公司, 2010.
[4] 许群芳, 林 平. 司机控制器牵引/制动单元手柄防误操作 机构设计 [J]. 电力机车与城轨车辆, 2011(3).